

Attorney Docket: 420AS/49910  
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

2017 U.S. PTO  
09/894138  
06/29/01

Applicant: MARTIN ROTH ET AL.

Serial No.: Not Assigned Group Art Unit: To Be Determined

Filed: June 29, 2001 Examiner: Not Assigned

Title: LINEAR ACTUATION DEVICE FOR SPACECRAFT AND SOLAR  
GENERATOR UNFOLDING SYSTEMS

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Box PATENT APPLICATION

June 29, 2001

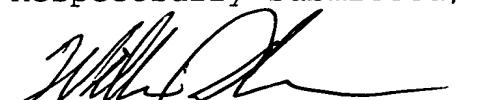
Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 100 43 631.5 filed in Germany on June 29, 2000, is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,

  
Donald D. Evenson  
Registration No. 26,160  
William G. Ackerman  
Registration No. 45,320

CROWELL & MORING, LLP  
P.O. Box 14300  
Washington, DC 20044-4300  
Telephone No.: (202) 628-8800  
Facsimile No.: (202) 628-8844

DDE:WGA:sbh

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



11017 U.S. PRO  
09/094138  
06/29/01

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 100 43 631.5

**Anmeldetag:** 29. Juni 2000

**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Linearbetätigungs vorrichtung, insbesondere für Raumfahrzeuge und Solargenerator-Entfaltungssysteme sowie Solargenerator-Entfaltungssystem

**IPC:** F 16 H, B 64 G, H 01 L

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 7. Mai 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



Dzierzon

**Linearbetätigungs vorrichtung, insbesondere für Raumfahrzeuge und Solargenerator-Entfaltungssysteme sowie Solargenerator-Entfaltungssystem**

5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Linearbetätigungs vorrichtung mit ei-  
nem als Mutter ausgebildeten Mittel zur Umsetzung einer Rotationsbewegung  
in eine Translationsbewegung, einem Drehantriebsorgan und einer mit der  
Mutter zusammenwirkenden Spindel, wobei die Mutter mit der Spindel dreh-  
bar verbunden ist.

10 Eine solche Linearbetätigungs vorrichtung ist bereits aus EP 0 603 067 be-  
kannt. Diese Linearbetätigungs vorrichtung aus dem Stand der Technik ist  
insbesondere für den Einsatz in einem Raumfahrzeug vorgesehen, wobei die  
Mutter als Gewinderollenmechanismus ausgebildet ist. Die Spindel ist mit ei-  
nem Drehantriebsorgan drehfest verbunden.

15 Als Alternative zu dem obengenannten Gewinderollenmechanismus ist aus DE  
42 08 126 eine Kugelmutter bekannt, die ebenfalls mit einer Spindel zur Um-  
setzung einer Rotationsbewegung in eine Translationsbewegung zusam-  
men-  
wirkt.

20 Beim vorliegenden Stand der Technik nach der EP 0 603 067 bleibt stets die  
Spindel des Linearantriebes mit dem Drehantriebsorgan verbunden. Mit der  
Mutter verbundene Elemente können relativ zur Spindel translatorisch bewegt  
oder im Extremfall sogar von der Spindel gelöst werden. Dabei besteht jedoch  
die Gefahr, dass bei größeren, translatorisch zu bewegenden oder evtl. mit  
der Spindel vorübergehend zu verbindenden Elementen eine entsprechend  
große Spindel benötigt wird, die beispielsweise nach einem Lösen der Verbin-  
25 dung zwischen der Mutter und der Spindel als relativ großes, störendes Ele-  
ment an dem Drehantriebsorgan und möglichen weiteren, mit dem Drehan-  
triebsorgan verbundenen Komponenten, verbleibt. Für das Beispiel eines Ent-

faltens eines Solargenerators an einem Raumfahrzeug würde dies bedeuten, dass nach dem Entfalten des Solargenerators noch eine relativ lange Spindel von der Oberfläche des Raumfahrzeugs absteht, die die Bewegungen des Solargenerators behindern oder gar zu einer Beschädigung des Solargenerators 5 führen kann.

Gerade für den Fall eines Entfaltungssystems für Solargeneratoren sind aus dem Stand der Technik beispielsweise aus DE 196 49 739 unterschiedliche Bauweisen bekannt, die jedoch gewisse Nachteile aufweisen. Bei einer pyrotechnischen Auslösung besteht das Problem, dass ein relativ großer Schock auf 10 die Solargeneratoreinrichtung bzw. die sie tragenden Strukturen wirkt, was z.B. bei einer Anwendung in Raumfahrzeugen erhebliche Störungen verursacht. Außerdem besteht hierbei die Gefahr umherfliegender Partikel, die zu einer Schädigung der Solargeneratoreinrichtung oder anderer Einrichtungen 15 führen kann. DE 196 49 739 offenbart auch nicht-pyrotechnische Auslösevorrichtungen, die jedoch entweder ebenfalls die Gefahr umherfliegender Partikel in sich bergen oder bei denen wie bei der beanspruchten Lehre der DE 196 49 739 die Gefahr eines Verklemmens und damit Nicht-Auslösens nicht ausgeschlossen werden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Linearbetätigungsrichtung bereitzustellen, die die Nachteile des obengenannten Standes der 20 Technik behebt und, insbesondere bei einer Anwendung in der Raumfahrt, einen Betrieb ohne Schockwirkung oder umherfliegende Teile ermöglicht.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Weitere Gegenstände der vorliegenden Erfindung sind ein Raumfahrzeug sowie ein 25 Solargenerator-Entfaltungssystem, die eine erfindungsgemäße Linearbetätigungsrichtung aufweisen.

Bei der erfindungsgemäßen Linearbetätigungsrichtung ist vorgesehen, dass ein Drehantriebsorgan mit der Mutter drehfest verbunden ist. Somit kann durch eine Rotationsbewegung der Mutter, die durch das Drehantrieb-

5 sorgan ausgelöst wird, eine Translationsbewegung der Spindel erzeugt werden, die im Extremfall bis zu einer Lösung der Spindel von der Mutter führt, wodurch die unter Umständen sehr lange Spindel nicht mehr an dem Drehantriebsorgan und den damit verbundenen Komponenten verbleibt. Das Drehantriebsorgan kann beispielsweise als Motor oder als Feder ausgebildet sein.

10 Es kann aber auch vorgesehen sein, dass alternativ oder in Verbindung zur vorgenannten Lehre ein (gegebenenfalls weiteres oder gar mehrere weitere) Drehantriebsorgan auf den mit der Mutter zusammenwirkenden Bereich der Spindel eine Kraft in Axialrichtung der Spindel ausübt. Somit kann allein oder unterstützend durch die Wirkung dieser Zugkraft oder Druckkraft die Mutter in Rotation versetzt werden und dadurch wiederum eine Translationsbewegung der Spindel bewirkt werden. In diesem Fall kann das Drehantriebsorgan als elastisches Element ausgebildet sein.

15 Es kann dabei insbesondere vorgesehen sein, dass die Spindel unter einer Vorspannung dehnbar ausgebildet ist. Hierbei kommen alle Arten von geeigneten Materialien und Bauweisen für die Spindel in Betracht, die natürlich an die jeweilige Vorspannung anzupassen sind. So kann die Spindel beispielsweise aus Titan oder Stahl hergestellt sein, um hohe Vorspannungen aufzunehmen, und sie kann massiv ausgebildet oder aus Einzelementen wie Fasern oder Stangen aufgebaut sein, um eine entsprechend geringere oder höhere Elastizität aufzuweisen. Es sind aber auch andere geeignete Materialien, z.B. nicht-metallische Materialien oder andere Bauweisen möglich.

20 25 Andererseits kann alternativ oder zusätzlich vorgesehen werden, dass mindestens ein elastisches Element wie z.B. ein Federelement als Drehantriebsorgan vorgesehen ist, das auf die Spindel eine Vorspannung, sprich Zugkraft oder auch eine Druckkraft, ausübt. Dieses elastische Element kann dann analog zur vorhergehenden Beschreibung durch die Ausübung der Zugkraft oder Druckkraft auf die Spindel die Mutter in Rotation versetzen.

Bevorzugt wird vorgesehen, dass die Mutter über Rollkörper mit der Spindel wirkungsverbunden ist. Damit wird gewährleistet, dass bei einer Rotationsbewegung der Mutter bezüglich der Spindel nur ein Rollwiderstand zu überwinden ist, jedoch kein Gleitwiderstand zwischen der Mutter und der Spindel 5 auftritt. Als Rollkörper können beispielsweise Rollen oder Kugeln vorgesehen werden, wie aus dem obengenannten Stand der Technik bekannt ist.

Um die Mutter vor einer Ausführung der Rotationsbewegung zu arretieren, kann eine Rastvorrichtung vorgesehen werden, wobei die Mutter mit einem ersten Rastorgan drehfest verbunden ist. Dieses Rastorgan kann Teil der Mutter selbst sein, es kann aber auch ein weiteres Element vorgesehen sein, mit 10 dem die Mutter in passender Weise drehfest verbunden ist. Das erste Rastorgan ist so ausgebildet, dass es mit einem komplementären Rastorgan lösbar und drehfest verbunden werden kann. Damit kann garantiert werden, dass in einer Arretierungsstellung der beiden Rastorgane diese eine Rotationsbewegung der Mutter hindern und nach einem Lösen der beiden Rastorgane von 15 einander die Mutter die gewünschte Rotationsbewegung ausführen kann. Das erste Rastorgan kann hierfür einen Vorsprung oder eine Vertiefung auf seiner Oberfläche aufweisen, wobei das komplementäre Rastorgan dann eine zu dem Vorsprung oder der Vertiefung komplementäre Form aufweist. Diese 20 komplementäre Form muss dabei lediglich so ausgebildet sein, dass sie in effektiver Weise mit dem Vorsprung oder der Vertiefung zusammenwirkt, um ein Verdrehen der Mutter zu verhindern.

Um einen spannungsfreien Betrieb der Linearbetätigungs vorrichtung zu garantieren, kann vorgesehen werden, dass die Spindel und die Mutter verkippbar in Lagerungen gelagert sind. Damit kann ein gegenseitiger Versatz 25 der Lagerungen von Spindel und Mutter ausgeglichen werden. Hierzu sind die Lagerungen in geeigneter Form auszubilden, beispielsweise als Kugelgelenk oder in anderer geeineter Weise.

Diese Linearbetätigungs vorrichtung kann überall dort eingesetzt werden, wo 30 Gegenstände gegeneinander verfahrbar und insbesondere lösbar miteinander

zu verbinden sind, die dann z.B. im Sinne eines Öffnens, Ausfahrens, Ausklappen oder Trennens gelöst werden sollen. Es handelt sich also um eine Vorrichtung, die im eingefahrenen Zustand eine feste Verbindung bietet, welche dann einfach gelöst werden kann, insbesondere auch durch eine ferngesteuerte Aktivierung.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Raumfahrzeug, welches eine vorstehend beschriebene Linearbetätigungs vorrichtung aufweist. Hierbei kann das Drehantriebsorgan beispielsweise mit dem Raumfahrzeug verbunden sein und die Spindel dann mit lösbar, ausfahrbaren oder entfaltbaren Einrichtungen des Raumfahrzeuges drehfest verbunden sein. Solche Einrichtungen können beispielsweise Solargeneratoreinrichtungen oder Antenneneinrichtungen des Raumfahrzeuges darstellen, sonstige Masten, Landebeine, auszusetzende Lasten, mehrere Raumfahrzeuge (z.B. Stapel von Satelliten) oder auch ein Mutter-oder Tochterraumfahrzeug, das von dem jeweils anderen getrennt werden soll.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Solargenerator-Entfaltungssystem, das eine vorstehend beschriebene Linearbetätigungs vorrichtung aufweist. Die Linearbetätigungs vorrichtung kann dabei insbesondere als Teil eines Niederhalte- und Auslösесystems zur Entfaltung einer Solargenerator-Einrichtung ausgebildet sein.

In einer speziellen Ausführungsform kann vorgesehen werden, dass die Mutter mit einer Tragstruktur der Solargeneratoreinrichtung verbunden ist und die Spindel mit einem äußersten Paneelen element der Solargenerator-Einrichtung verbunden ist. Damit wird gewährleistet, dass beim Entfalten der Solargenerator-Einrichtung die Spindel von der Tragstruktur, beispielsweise einem festen Rahmen, einem Fahrzeug, beispielsweise einem Raumfahrzeug, oder ähnlichem, entfernt wird, so dass sie dort nicht mehr stören kann.

Um einen spannungsfreien Betrieb zu garantieren, kann vorgesehen werden, dass die Spindel in einer ersten Lagerung verkippbar gegen das äußerste Pa-

neeleneelement der Solargeneratoreinrichtung gelagert ist und die Mutter in einer zweiten Lagerung verkippbar gegen die Tragstruktur gelagert ist. Damit kann ein möglicher Versatz der Solargenerator-Einrichtung gegen die Tragstruktur auf einfache Weise aufgefangen werden.

5

Ein spezielles Beispiel der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend anhand der Fig. 1 bis 6 erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Solargenerator-Entfaltungssystem mit einer erfindungsgemäßen Linearbetätigungs vorrichtung,

5 Fig. 2 Querschnitt durch den Niederhaltemechanismus für die Spindel des Entfaltungssystems nach Fig. 1,

Fig. 3 schematische Darstellung der Mutter mit Rastvorrichtung,

Fig. 4 Ansicht der Verbindung einer Feder als Drehantriebsorgan mit der Mutter,

Fig. 5 Querschnitt durch eine als Rollenmutter ausgebildete Mutter.

10 Fig. 6 Querschnitt durch die Anordnung nach Fig. 1

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Linearbetätigungs vorrichtung, die in einem Solargenerator-Entfaltungssystem, beispielsweise für ein Raumfahrzeug, verwirklicht wurde. Diese Vorrichtung umfasst eine Mutter 1, die zum lösbaren Festhalten einer Spindel 3 dient. Über diese Spindel 3 wird eine Solargenerator-Einrichtung 8 unter einer Vorspannung zusammengehalten bzw. niedergehalten. In Fig. 1 sind einzelne Panelenelemente der Solargenerator-Einrichtung 8 ausschnittweise angedeutet. Die Spindel 3 ist über ein entsprechendes Verbindungselement 13, beispielsweise eine Kugelpfanne, mit der Solargenerator-Einrichtung drehfest verbunden. Das Verbindungselement 13 kann nun so ausgelegt werden, dass über die Spindel 3 eine Zugspannung als Vorspannung zum Zusammenhalten bzw. Niederhalten der Solargenerator-Einrichtung 8 aufgebracht werden kann. Diese Vorspannung kann beispielsweise durch eine weitere Mutter 15 an einem Ende der Spindel 3 aufgebracht werden, wobei die Spindel 3 an ihrem anderen Ende in der Mutter 1 befestigt ist.

Die Vorspannung kann so hoch gewählt werden, dass eine Dehnung der Spindel 3 erfolgt. Dadurch wird die Spindel zu einem Drehantriebsorgan 22, denn sobald die Mutter 1 es gestattet, versucht die Spindel 3, sich wieder zusammen zu ziehen und versetzt dabei die Mutter 1 in Rotation, wodurch dann wiederum die Spindel 3 aus der Mutter 1 in Form einer Linearbewegung herausbewegt wird. Besteht die Spindel 3 aus einem massiven Material, so erfolgt die Dehnung über ihre gesamte Länge. Die Spindel 3 kann aber auch nur in einem Teilbereich eine bestimmte Elastizität aufweisen, der beispielsweise aus einem elastischeren Material oder durch eine andere Struktur wie z.B. aus Einzelementen (Fasern, Stangen etc.) gebildet wird.

Alternativ dazu oder zur Unterstützung dieser Vorspannungswirkung durch die Dehnung der Spindel 3 können eine oder mehrere Federn 32 vorgesehen werden, die eine Vorspannung auf die Spindel 3 selbst ausüben, welche dann über die Spindel 3 an die Mutter 1 weitergegeben wird. Somit kann auch durch eine solche Maßnahme die Spindel 3 gegen die Mutter 1 vorgespannt werden. Wiederum wird eine Zugkraft ausgeübt, die die Mutter 1 in Rotation versetzt, sobald es diese erlaubt, wodurch dann wiederum die Spindel 3 aus der Mutter 1 in Form einer Linearbewegung herausbewegt wird. In diesem Fall bildet also die Feder 32 ein Drehantriebsorgan 32. Es kann aber auch statt einer Feder 32, die eine Zugkraft ausübt, ein geeignetes, elastisches Element vorgesehen werden, das eine Druckkraft auf die Spindel 3 ausübt, und z.B. an dem der Mutter 1 zugewandten Ende der Spindel 3 auf die Spindel 3 einwirkt. Damit würde die Spindel 3 nicht teilweise aus der Mutter 1 herausgezogen, sondern teilweise herausgedrückt, um die Mutter 1 in Rotation zu versetzen und dadurch die Spindel 3 endgültig aus der Mutter 1 herausbewegt wird.

Eine weitere, alternative oder zusätzliche Möglichkeit, ein solches Herausbewegen der Spindel 3 aus der Mutter 1 zu bewirken, besteht in der Vorsehung eines Drehantriebsorgans 2, das drehfest mit der Mutter 1 verbunden ist. Dieses wird im weiteren noch detaillierter ausgeführt.

Durch eine Rotation der Mutter 1 kann also eine Translationsbewegung der Spindel 3 herbeigeführt werden, die letztlich zu einer Trennung der Spindel 3 von der Mutter 1 führt und damit zu einer Lösung des Verbundes aus Spindel 3 und über Verbindungselement 13 damit verbundenen Solargenerator-  
5 Einrich-tung 8 von dem durch die Mutter und die mit ihr verbundenen Kom-  
ponenten gebildeten Niederhaltesystem erzielt werden.

Die Mutter 1 kann beispielsweise, wie in Fig. 5 dargestellt, als Rollenmutter ausgebildet sein, d.h., die Mutter 1 weist Rollen 4 auf, welche wiederum die Wirkverbindung zu der Spindel 3 herstellen, die wie die Rollen 4 ein Gewinde  
10 zumindest in einem Teilbereich ihrer Länge aufweist.

Um eine ungewollte Rotationsbewegung der Mutter 1 zu verhindern, ist als Arretierungsvorrichtung ein Rastorgan 5 vorgesehen, dass in Fig. 3 dargestellt ist. Es handelt sich hierbei im vorliegenden Beispiel um eine Hülse 5, in die die Mutter 1 drehfest eingepasst ist. Die Hülse 5 weist in einem Bereich ihrer  
15 Oberfläche einen Vorsprung 7 auf, der eine Blockierung der Drehbewegung des Verbundes aus Hülse 5 und Mutter 1 durch ein zweites Rastorgan 6, beispielsweise eine Stange, einen Bolzen oder Ähnliches ermöglicht. Wie die Fig. 1, 2 und 4 zeigen, ist die Hülse 5 mit einem Drehantriebsorgan 2, das im vorliegenden Fall als Feder 2 ausgebildet ist, drehfest verbunden. Im vorliegenden Beispiel ist hierfür eine Spiralfeder 2 vorgesehen, die sich vor einer Rotationsbewegung der Mutter 1 in einem vorgespannten Zustand befindet und nach einer Lösung der Arretierung, nämlich einer Lösung der Rastorgane 6  
20 und 7 voneinander durch ihre Entspannung eine Rotationsbewegung der Hülse 5 und damit auch der mit der Hülse verbundenen Mutter 1 bewirkt. Die weiteren Drehantriebsorgane 22, 32 können, wie bereits ausgeführt, als alternative oder zusätzliche Drehantriebsorgane vorgesehen sein. Aus Gründen der Vereinfachung der Darstellung sind in Figur 1 jedoch alle drei Arten von  
25 Drehantriebsorganen 2, 22, 32 gemeinsam dargestellt.

Um eine sichere Rotationsbewegung zu garantieren, ist, wie Fig. 2 zeigt, die  
30 Gesamtheit aus Mutter 1, Hülse 5 und Spiralfeder 2 in einem Gehäuse 9 gel-

gert, das mit einer Bodenplatte 14 oder beispielsweise direkt mit der Oberfläche eines Raumfahrzeuges verbunden ist. Zur Verringerung der Reibung bei der Rotationsbewegung der Hülse 5 und der Mutter 1 in dem Gehäuse 9 ist zwischen der Hülse 5 und dem Gehäuse 9 im oberen Bereich des Gehäuses 5 ein entsprechendes Lager 10, beispielsweise ein Rollenlager, vorgesehen.

Das Lösen der beiden Rastorgane 6, 7 voneinander kann durch jede geeignete Einrichtung erfolgen. Im Beispiel nach Fig. 1 ist hierfür vorgesehen, dass das Rastorgan 6 als Bolzen ausgebildet ist, der über einen Kniehebel 11 mit einem Schieber 14 verbunden ist, welcher beispielsweise durch einen Aktuator 12 wie einen Motor oder einen Elektromagneten bewegt werden kann. Die Translationsbewegung des Schiebers 14 wird dabei über den Kniehebel 11 in eine Translationsbewegung des Bolzens 6 umgesetzt, der sich bei dieser Bewegung von dem Vorsprung 7 löst und damit die Rotationsbewegung der Hülse 5 sowie der damit verbundenen Mutter 1 freigibt. Als Rastorgan 6 oder Aktuator 12 können aber auch andere geeignete Einrichtungen Verwendung finden, wie z.B. Formgedächtnislegierungen oder ähnliches.

Fig. 6 zeigt nochmals einen Querschnitt durch die Anordnung nach Fig. 1, die dort bereits beschriebenen Elemente der Linearbetätigungs vorrichtung sind auch in Fig. 6 nochmals aufgeführt. Lediglich auf die Darstellung der Feder 2 wurde verzichtet, diese ist je nach Ausführungsform auch entbehrlich, wie bereits beschrieben. Ein spezielles Detail wird jedoch gerade in der Darstellung nach Fig. 6 besonders deutlich. Es sind dabei zur Lagerung der Spindel im oberen Bereich einerseits sowie zur Lagerung der Mutter 1 und Hülse 5 in dem Gehäuse 9 andererseits Kugelgelenke 13, 15 vorgesehen, die einen Versatz dieser beiden Lagerpunkte gegeneinander, also eine Schrägstellung der Spindel 3, ausgleichen, so dass trotz eines solchen Versatzes keine Spannungen in der Anordnung und insbesondere in der Spindel 3 sowie ihren Lagerungspunkten auftreten. Vielmehr kann die Spindel 3 gegenüber der obersten Solargenerator-Einrichtung 8 in oberen Lagerung 13 ebenso gekippt werden wie die Hülse 5 mit der Mutter 1 gegen das Gehäuse 9 in der Lagerung 15 im oberen Bereich des Gehäuses 9. Es wird damit ein spannungsfreier Betrieb

dieser Anordnung bis zum vollständigen Lösen der Spindel 3 aus der Mutter 1  
garantiert.

**Patentansprüche**

- 5 1. Linearbetätigungs vorrichtung mit einem als Mutter (1) ausgebildeten Mittel zur Umsetzung einer Rotationsbewegung in eine Translationsbewegung, einem Drehtriebsorgan (2, 22, 32) und einer mit der Mutter (1) zusammenwirkenden Spindel (3), wobei die Mutter (1) mit der Spindel (3) drehbar verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Drehtriebsorgan (2) mit der Mutter (1) drehfest verbunden ist.
- 10 2. Linearbetätigungs vorrichtung nach Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Drehtriebsorgan (2) als Motor oder Feder ausgebildet ist.
- 15 3. Linearbetätigungs vorrichtung mit einem als Mutter (1) ausgebildeten Mittel zur Umsetzung einer Rotationsbewegung in eine Translationsbewegung, einem Drehtriebsorgan (2, 22, 32) und einer mit der Mutter (1) zusammenwirkenden Spindel (3), wobei die Mutter (1) mit der Spindel (3) drehbar verbunden ist, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Drehtriebsorgan (22, 32) auf den mit der Mutter (1) zusammenwirkenden Bereich der Spindel (3) eine Kraft in Axialrichtung der Spindel (3) ausübt.
- 20 4. Linearbetätigungs vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Drehtriebsorgan (22, 32) als elastisches Element ausgebildet ist.
- 25 5. Linearbetätigungs vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spindel (22, 32) unter einer Vorspannung dehnbar ausgebildet ist.

6. Linearbetätigungs vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Drehantriebsorgan (32) mindestens ein Federelement (32) vorgesehen ist, das auf die Spindel (3) eine Vorspannung ausübt.
- 5 7. Linearbetätigungs vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mutter (1) über Rollkörper (4) mit der Spindel (3) wirkungsverbunden ist.
8. Linearbetätigungs vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rollkörper (4) als Rollen oder Kugeln ausgebildet sind.
10. 9. Linearbetätigungs vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mutter (1) mit einem ersten Rastorgan (5) drehfest verbunden ist, das mit einem komplementären Rastorgan (6) lösbar und drehfest verbindbar ist.
- 15 10. Linearbetätigungs vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Rastorgan (5) einen Vorsprung oder Vertiefung (7) auf seiner Oberfläche aufweist und das komplementäre Rastorgan (6) eine zu dem Vorsprung oder der Vertiefung (7) komplementäre Form aufweist.
- 20 11. Linearbetätigungs vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spindel (3) und die Mutter (1) verkippbar in Lagerungen (13, 15) gelagert sind.
12. Raumfahrzeug, aufweisend eine Linearbetätigungs vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11.
- 25 13. Raumfahrzeug nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Drehantriebsorgan (2) mit dem Raumfahrzeug verbunden ist und die

Spindel (3) mit lösbarer, ausfahrbaren oder entfaltbaren Einrichtungen (8) des Raumfahrzeuges drehfest verbunden ist.

14. Raumfahrzeug nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spindel (3) mit einer Solargeneratoreinrichtung (8) oder einer Antennen-  
5 einrichtung verbunden ist.

15. Solargenerator-Entfaltungssystem, aufweisend eine Linearbetätigungsvo-  
richtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

16. Solargenerator-Entfaltungssystem nach Anspruch 15, **dadurch gekenn-  
zeichnet**, dass die Linearbetätigungsvo-richtung als Teil eines Niederhalte-  
10 und Auslösesystems zur Entfaltung einer Solargenerator-Einrichtung (8) aus-  
gebildet ist.

17. Solargenerator-Entfaltungssystem nach Anspruch 16, **dadurch gekenn-  
zeichnet**, dass die Mutter (1) mit einer Tragstruktur (14) der Solargenera-  
15 toren-Einrichtung (8) verbunden ist und die Spindel (3) mit einem äußersten Pa-  
neelenelement der Solargeneratoreinrichtung (8) verbunden ist.

18. Solargenerator-Entfaltungssystem nach Anspruch 17, **dadurch gekenn-  
zeichnet**, dass die Spindel (3) in einer ersten Lagerung (13) verkippbar gegen  
das äußerste Paneelenelement der Solargeneratoreinrichtung (8) gelagert ist  
und die Mutter (1) in einer zweiten Lagerung (15) verkippbar gegen die  
20 Tragstruktur (14) gelagert ist.

**Zusammenfassung**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Linearbetätigungs vorrichtung mit einem als Mutter (1) ausgebildeten Mittel zur Umsetzung einer Rotationsbewegung in eine Translationsbewegung, einem Drehantriebsorgan (2) und einer mit der Mutter (1) zusammenwirkenden Spindel (3), wobei die Mutter (1) mit der Spindel (3) drehbar verbunden ist, wobei das Drehantriebsorgan (2) mit der Mutter (1) drehfest verbunden ist oder eine Kraft in Axialrichtung der Spindel (3) ausübt. Die Erfindung kann in der Raumfahrt, insbesondere bei Solargenerator-Entfaltungssystemen, Anwendung finden.

**Fig. 1**

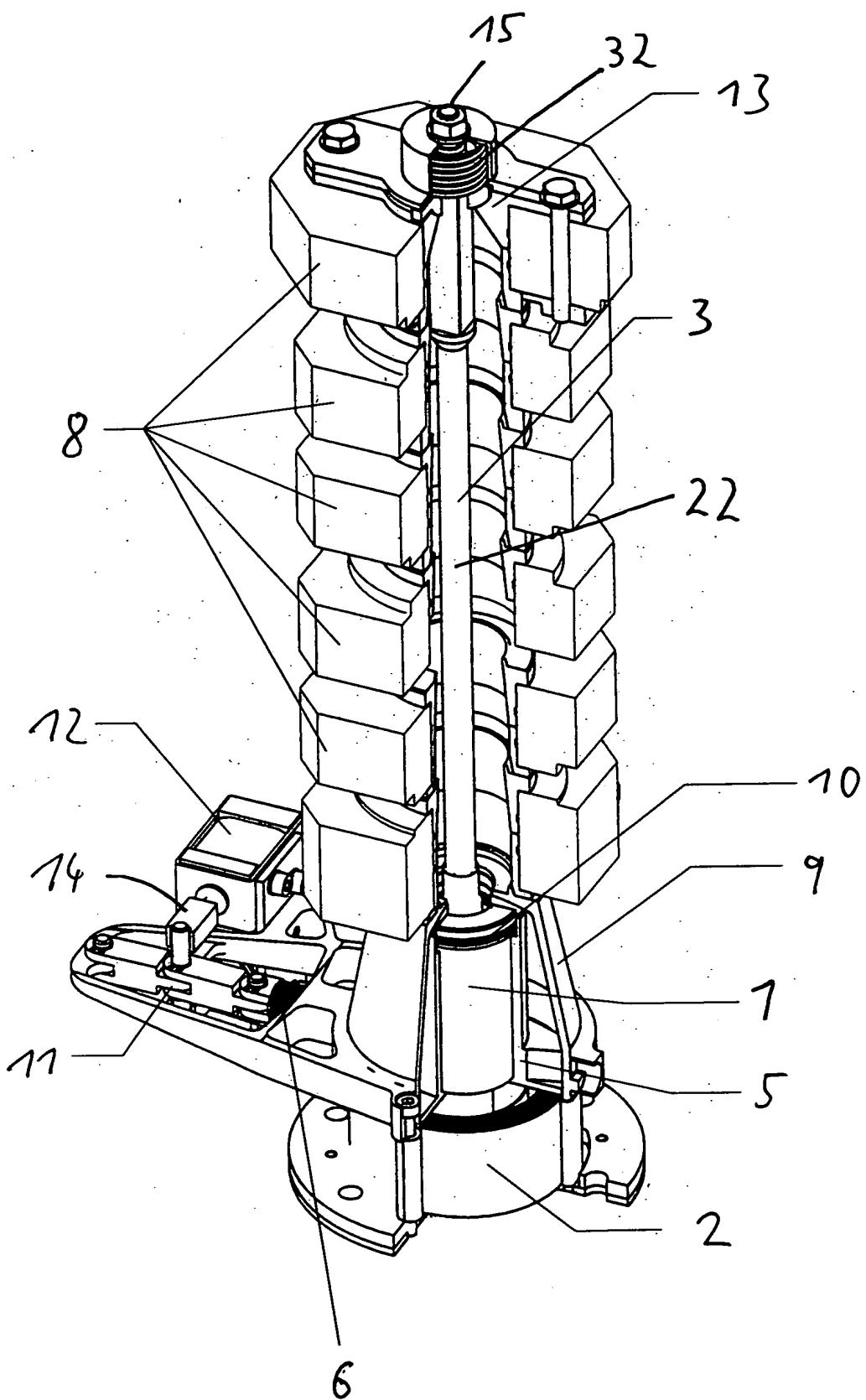


Fig. 1

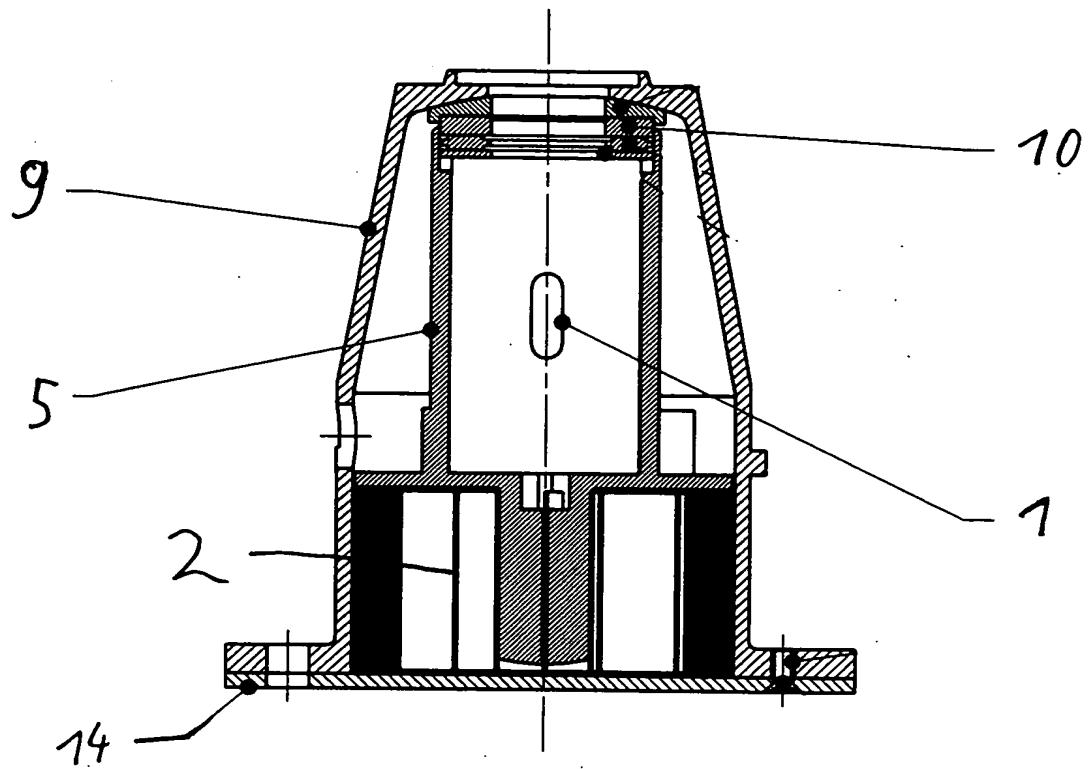


Fig. 2

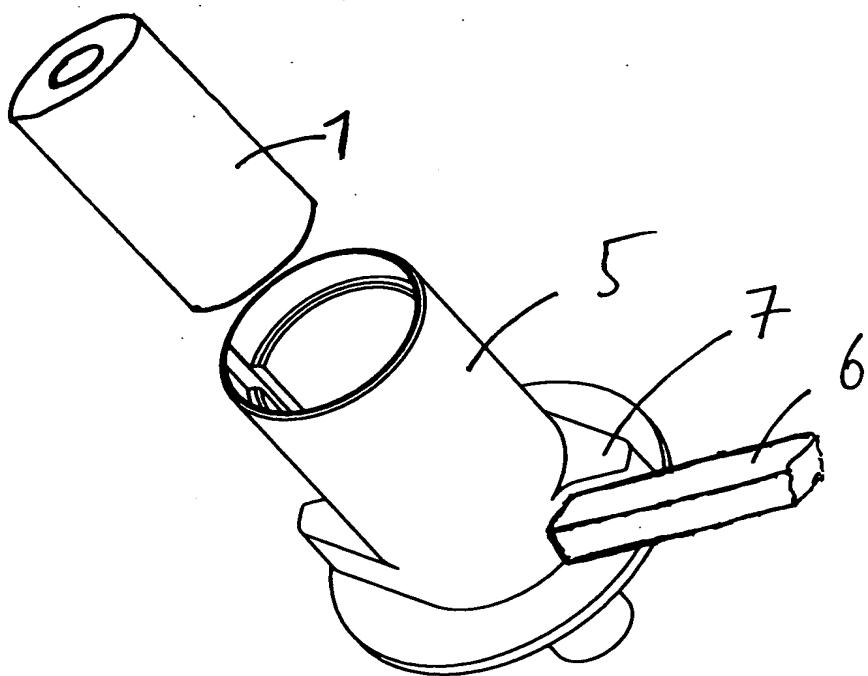


Fig. 3

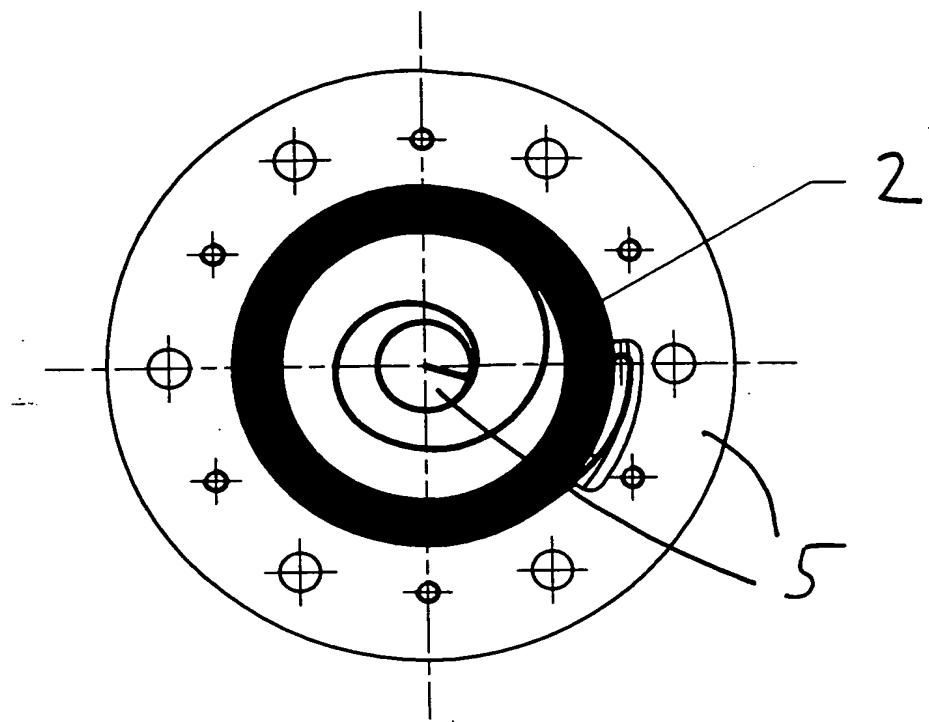


Fig. 4

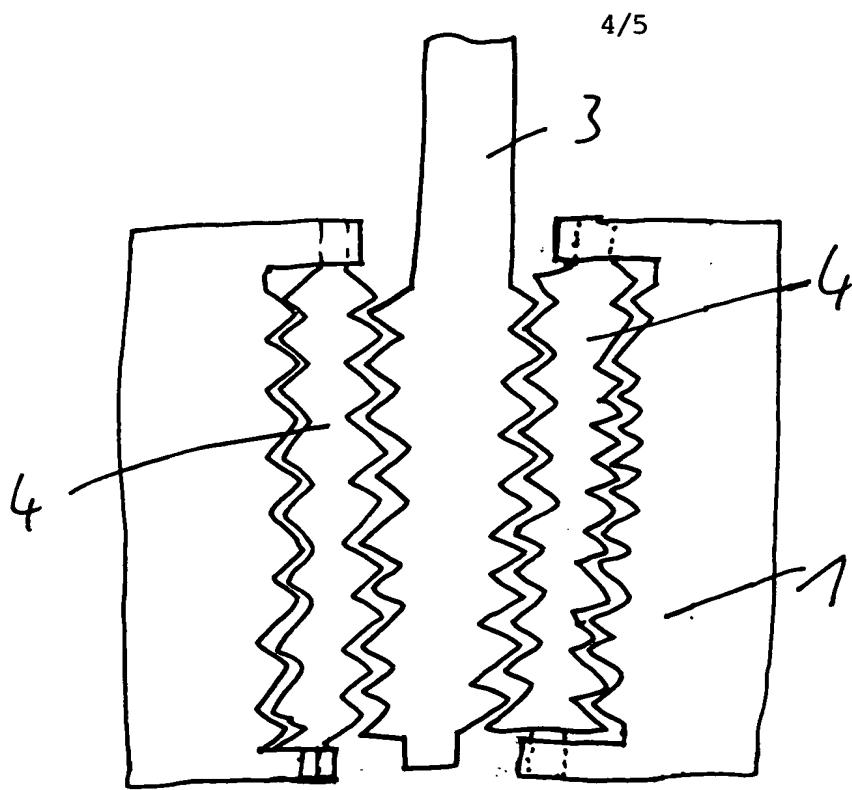


Fig. 5

